

International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology
Vol-9, Issue-1; Jan-Feb, 2024
Peer-Reviewed International Journal
Journal Home Page Available: https://ijeab.com/
Journal DOI: 10.22161/ijeab



Economic efficiency of human urine as fertilizer in the production of NERICA 4 rice in the Sudano-Sahelian zone of Mali

Efficacité économique de l'urine humaine comme engrais dans la production du riz NERICA 4 en zone soudano-sahélienne du Mali.

Ousmane Coulibaly[1*], Sory Sissoko[1], Alou Coulibaly[2], Yacouba Maiga[1] , Mohamed Dicko[3], Sidiki G Dembele[2], Mohamed S Maiga[1]

[1]Université des Sciences Techniques et Technologique (USTTB). Faculté des Sciences et des Techniques (FST). BP E 423, Mali. Tel: (223) 20 29 04 07
[2]Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée de Katibougou. Département des Sciences et Techniques Agricoles.
[3]Institut d'Economie Rural (IER)
[*]Auteur correspondant: coulibalykofan@gmail.com

Received: 15 Nov 2023; Received in revised form: 24 Dec 2023; Accepted: 01 Jan 2023; Available online: 07 Jan 2024





***Abstract*— *In West Africa, and particularly in Mali, rice is the staple food of the population. However, its production is faced with various constraints, including soils poor on the one hand and difficult access to inputs on the other. Indeed, waste, especially excreta, contains nutrients that are essential for crop development. It is within this framework that this study was conducted to determine the human urine effect on the production of NERICA 4 rice in the Sudano-Sahelian zone. Different urine doses in combination or not with organic fertilizer were put in competition through an experimental design in Ficher Block with eight repetitions. The results after variance analysis showed statistical differences between treatments. The yield increase was most marked with the 111 kg N/ha urine + 5 t organique fumure (T7), which provided the highest rice yield with 1623 kg/ha compared to the mineral fertilizer control (T9) with 1550 kg/ha.The analysis of economic profitability shows that the dose 111kg N/ha urine alone with a ratio of 3.32 is better than the other doses of fertilizers compared to the FAO standard (RVC > 2).*

***Keywords*— human urine, NERICA 4 rice, yield, economic rentability.**

***Resume*— *En Afrique de l'ouest et particulièrement au Mali, le riz constitue la base de l'alimentation de la population. Cependant, sa production est confrontée à différentes contraintes parmi lesquelles la pauvreté des sols et l'accès difficile aux intrants. C'est dans ce cadre que cette étude a été conduite afin de déterminer l'effet de l'urine humaine sur la production du riz NERICA 4 et d'évaluer son éfficacité en éconimique en zone soudano-sahélienne. Différentes doses d'urine en combinaison ou non avec la fumure organique ont été mises en compétition à travers un dispositif expérimental en Bloc de Ficher à huit répétitions. Les résultats après analyse de variance ont montré des différences statistiques entre les traitements. L'augmentation du rendement de riz paddy est plus marquée par l'apport de la dose 111 kg N/ha d'urine + 5 t fumure organique avec 1623kg /ha à la concurrence de la fumure minérale (74kg/ha) avec 1550 kg /ha. L'analyse de la rentabilité économique montre que la dose 111kg N/ha d'urine seule*

avec un ratio valeur sur cout (RVC) de 3,32 est meilleure que les autres doses d'apports de fertilisants comparé à la norme FAO (RVC > 2).

***Mots clés*— urine humaine, riz NERICA 4, rendement, rentabilité économique.**

I. INTRODUCTION

La population de l'Afrique subsaharienne devrait doubler d'ici 2050 pour atteindre 2 milliards d'habitants, alors que les besoins alimentaires seront multipliés par quatre (PNUD, 2011). Cette situation d'accroissement de la population et d'urbanisation rapide entraine une demande de plus en plus croissante des denrées alimentaires parallèlement à une production des déchets par habitant (Useni, 2012). Ainsi la consommation moyenne devrait passer de 20 à 48 millions de tonnes en 2050 (Agrimonde, 2009). Le souci majeur du gouvernement malien est d'intensifier la production agricole afin d'assurer la sécurité alimentaire au profit d'une démographie galopante et faire du Mali le grenier de l'Afrique de l'Ouest (Gouvernement du Mali**,** 2013). Or, cette production est confrontée à des contraintes majeures dues à la pauvreté caractéristique des sols d'une part et d'autre part à l'accès difficile aux intrants surtout l'azote en particulier (Dicko, 2005). Dans un contexte d'insécurité alimentaire, de réduction de la pauvreté des sols, de fort taux de chômage, causant la pauvreté de la population et de la hausse des prix des engrais sur les marchés, il apparait nécessaire d'utiliser pour l'agriculture, les fertilisants disponibles et à faible coût (Folefack, 2008). Au regard des potentialités agronomiques énormes qu'offrent les urines humaines, leur traitement et leur réutilisation pourraint, non seulement améliorer la production agricole, mais aussi contribuer à la gestion des quantités importantes de déchets produites en preservant ainsi notre environnement (Martin, 2020). Le présent travail a pour objectif de contribuer à l'amélioration de la productivité du riz NERICA 4 par l'utilisation de l'urine humaine comme engrais en zone soudano sahélienne.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel

2.1.1. Site de l'essai:

L'essai a été implanté sur les parcelles de recherche du Centre Régional pour l'Eau Potable et Assainissement (CREPA) Mali à N'Djinina, commune rurale de Guégneka. Ses coordonnées géographiques sont entre 12° 33' 33'' et 12° 43' 26'' latitude Nord 7 ° 2' 06'' et 6° 52' 12'' longitude Ouest. Le climat est de type soudano-sahélien avec une pluviométrie variant entre 600 à 1200 mm (PDESC 2015-2020). Le riz est l'aliment de base de la zone àprès le mais, sorgho et le mil.

2.1.2. Matériel végétal :

Le matériel végétal utilisé est le riz NIRICA 4 issu du croisement (*Oryza sativa x Oryza glaberrima*). C'est une variété de riz de plateau à cycle court (95-100 jours), tolerant aux maladies avec un rendement potentiel de 5t / ha à la récolte (ADRAO-Centre du riz pour l'Afrique, 2006). Cette variété de NERICA est pluviale et peut être cultivée dans les mêmes conditions que les autres cultures sèches c'est-à-dire le maïs, le sorgho (Sokei, 2011), raison pour laquelle elle est appreciée par les producteurs de la zone.

2.1.3. Fertilisants utilisés

- ✓ Urine (5 g/l N ; 0,4g/l P ; 0,3g/l K)
- ✓ Urée 46%N
- ✓ Complexe coton (14-22-12…)
- ✓ Fumure organique Profeba (1,57%N-8,78%P_2O_5-1,76%K_2O)

2.2. Méthodes

2.2.1. Facteur étudié et traitements :

Le facteur étudié est la fertilisation prise à 9 niveaux de variation, qui constituaient les différents traitements. Les traitements à travers différentes doses d'urine en combinaison ou non avec la fumure organique sont : T1= Sans fertilisant, T2 = 74 kg N/ha, T3= 37 kg N/ha, T4 = 111 kg N/ha, T5 = 74 kg N/ha +5t FO, T6 = 37 kg N/ha +5t FO, T7 = 111 kg N/ha +5t FO, T8 = 37 kg N/ha +1/2 dose fumure minérale (FMV), T9 = FMV (74kgN/ha).

2.2.2. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental est un bloc de Fisher avec à 8 répétitions et 72 parcelles élémentaires. Les traitements ont été affectés de façon aléatoire aux parcelles élémentaires. Chaque parcelle élémentaire avait 2mx2m soit 4m^2 de superficie avec 1m entre les parcelles élémentaires et 2m entre les blocs. La longueur totale de la parceelle d'expérimentation est de 30m, et sa largeur de 26m soit une superficie totale de 780m^2. Le semis du riz a été effectué en ligne en raison de trois à quatre graines par poquet aux écartements de 20cm x 20cm. .

2.3. Opérations culturales

Le profeba (fumure organique) et le complexe coton ont été apportés sur les parcelles correspondantes une seule fois juste avant le semis sur toute la surface des parcelles élémentaires et enfouies dans le sol. L'urine et l'urée ont été apportées aussi sur les parcelles correspondantes par

fractionnement en trois apports comme fumure d'entretien et enfouies dans le sol. Les opérations d'entretien ont consisté au démariage, regarnissage, le désherbage.

2.2.4. Paramètres observés

Les observations ont porté sur le rendement et l'analyse économique et agronomique des differentes doses .

- Le rendement du riz a été déterminé après le battage, le vannage des panicules récoltées des traitements et le pesage des graines avec une balance de précision par extrapolation à l'hectare.
- L'efficience agronomique du fertilisant a été déterminé par le rapport du surplus de rendement obtenu par l'application d'engrais sur la quantité d'engrais appliquée par hectare.

$$\text{Efficience} = \frac{\text{Surplus rdt (kg/ha)}}{\text{Quantité d'engrais (kg/ha)}}$$

-L'efficience économique est déterminée par le ratio Valeur sur Coût (RVC), c'est à dire le rapport de la valeur du surplus de rendement obtenu sur le coût de l'engrais appliqué pour obtenir ce surplus.

$$\text{RCV} = \frac{\text{Prix du kg grain x surplus (kg)}}{\text{Prix du kg x kg engrais utilisé}}$$

Pour l'analyse de l'efficacité agronomique, dans le calcul des paramètres de profitabilité de différents traitements les références de prix suivant ont été utilisées :

- Le prix du kg de riz paddy est de 200 F CFA à la récolte, il est obtenu auprès des commerçants de la zone.
- Le coût des engrais minéraux non subventionnés par l'Etat est calculé en considérant le prix du marché pratiqué par les fournisseurs d'intrants de la zone (18 000 F pour le sac de 50 kg de complexe coton et 16 000 F CFA pour l'urée).
- Le prix de cession de la fumure organique PROFEBA non subventionnée est de 10 000 FCFA la tonne.
- L'urine étant un déchet a été considérée comme gratuite donc son prix de session est surtout le coût d'achat des bibons servant de collecte et stockage. Il est estimé à 300 FCFA le bidon de 20 litre.

2.4. Traitement des données :

L'analyse de variance des données a été effectué avec le logiciel GenStat 12ème édition en considérant le taux de signification 5% et le test de Student, Newman et Keuls pour la comparaison des moyennes des traitements.

III. RESULTATS

3.1. Rendement des plants du riz paddy (kg/ha)

Après analyse statistique des données collectées sur le rendement, il ressort une différence hautement significative entre les différents traitements (Tableau 1). Les traitements T7 et T9 sont staitiquement égaux et donnent les meilleurs rendements avec respectivement 1623 et 1550 kg/ha de paddy. Ces deux traitements ont des gains de rendement les plus élévés, respectifs de 833 et 760 kg/ha par rapport au T1. On constate que l'ensemble des traitements avec les doses d'apport de l'urine donnent des meilleurs rendements comparativement au traitement T1.

Tableau 1 : Rendement et gain de rendement du riz paddy (kg/ha) :

Traitements	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
Rendement (kg/ha)	790d	1067bcd	945cd	1343ab	1333ab	1247abc	1623a	1257abc	1550a
Gain Rdt kg/ha par rapport au Témoin		277,33	155	553	648	490,66	833,33	490,66	760

Légende : T1, T2, T3…= traitements, T1= Sans fertilisant, T2 =74 kg N/ha, T3=37 kg N/ha, T4 =111 kg N/ha, T5= 74 kg N/ha +5tFO, T6=37 kg N/ha +5tFO, T7 = 111 kg N/ha +5tFO, T8 = 37 kg N/ha +1/2 FMV, T9= FMV, a, c, d, ab, abc, bc, cd, bcd … sont les groupes homogènes

3.2. Efficience agronomique et économique des fertilisants utilisés

Les résultats du calcul de l'efficience agronomique et économique (Tableau 2) montrent que l'efficience agronomique varie de 10,27 pour le T9 à 3,74 pour le T3. Le Ratio valeur sur coût (RVC) varie de 3,32 pour le traitement T4 à 1,52 pour le traitement T6. Les données renseignent qu'en terme d'efficience agronomique le T9 est le plus important cependant le T4 ayant le RVC le plus élevé est celui qui a un seuil de rentabilité économique plus important suivi respectivement des traitements T2, T3, T7. Ils constituent les traitements les plus

économiquement rentables comparé à la norme FAO (RVC > 2) avec ces traitements, le gain de rendement couvre largement les dépenses liées à l'utilisation des engrais. Les traitements les moins rentables économiquement sont les traitements T5, T8, T9 et T6 avec le ratio inférieur à 2.

Tableau 2: Valeurs des grandeurs économiques obtenues à la récolte

Trait	Qté fert N/kg/ha	Rdt kg/ha	Gain Rdt kg/ha par rapport au Témoin	Valeur surplus en FCFA	Coût intrant FCFA	RVC	EFF (kg de paddy/kg fertilisant
T2	74	1067	277,33	55 466	22 200	2,49	3,74
T3	37	945	155	31 000	11 100	2,79	4,18
T4	111	1343	553	110 600	33 300	3,32	4,98
T5	152,5	1333	648	129 600	72 500	1,78	4,24
T6	115,5	1247	490,66	93 132	61 100	1,52	4,24
T7	189,5	1623	833,33	166 666	83 300	2,00	4,39
T8	74	1247	466,66	93 332	58 100	1,64	6,30
T9	74	1550	760	152 000	94 000	1,62	10,27

Trait=traitement, Qté= quantité, fert= fertilisant, kg/ha=kilogramme par hectare, Rdt= rendement, RVC= ratio valeur coût, EFF= éffitience

IV. DISCUSSION

L'ensemble des traitements avec l'apport de l'urine augmente le rendement de plus que le traitement sans engrais. L'effet bénéfique de l'urine sur l'augmentation du rendement et ses composants a été trouvé par plusieurs autres recherches notamment Johansson et al. (2001) ; Kirchmann & Pettersson (1995) ; Kvarmo (1998) ; Richert Stintzing et al. (2001). Ils ont montré que les nutriments contenus dans les urines sont de forme ionique et leur disponibilité à la plante rivalise bien avec l'engrais chimique. Le réseau Centre Régional pour l'eau potable et l'Assainissement ((CREPA (2005)) a montré une augmentation de rendement de diverses cultures fertilisées à l'urine de plus que le témoin notamment le coton au Mali de 48,57%, le maïs de 32,95% au Benin, la laitue de 55,17% au Togo, l'aubergine de 82,40% au Burkina Fasso. Comoé et al. (2009) ont fait le même constat en Côte d'Ivoire sur l'igname de 50%, de même que Denon (2010) sur le riz au Mali avec 52% et Kinanpara et al. (2020) en Côte d'Ivoire sur le riz. L'ajout de la fumure organique à l'urine a induit une augmentation du rendement de l'ordre de 266 kg/ha par rapport à l'urine seule, similaire à celui trouvé par Coulibaly et al. (2016) et qui montre que la combinaison de l'urine avec le Fumier bovin et avec le Phosphate Naturel de Tilemsi (PNT) a induit en moyenne une augmentation du rendement du coton grain de 238,30 kg rapport à l'apport de l'urine seule. L'augmentation de la dose d'urine a favorisé le rendement au même titre que l'ajout de la fumure organique à l'urine. **L**e rendement du riz a augmenté en fonction des doses croissantes d'urine, et mieux en combinaison avec la fumure organique. Ce résultat est similaire à ceux de Brassard (2007) et de Ziadi et al. (2007). Il en est de même que les résultats obtenus par Kpéra et al. (2017) dont la combinaison de bouse de vache et l'urine a donné la meilleure croissance des plants et/ou des fruits de l'ananas. L'apport de la dose d'urine à 74 kg N/ha seule équivalent de la dose de la fumure minérale s'est avéré insuffisante pour une production optimale du riz. Ce résultat est similaire à ceux de Mkeni et al. (2006) et Germer et al. (2006) qui ont montré respectivement que le rendement en grains du maïs et de sorgho augmente avec les doses d'urine hygiénisée et qu'il n'existe pas de de différence significative entre la fertilisation à l'urine et l'engrais minérale aux doses presque équivalentes.

L'analyse de l'efficience agronomique donne le T9 plus élevé cependant il donne un RVC de 1,62 contre 3,32 pour le T4 ce qui montre que l'utilisation de l'urine seule est plus économiquement rentable que la fumure minérale selon la norme FAO. Cependant ce résultat est inférieur à la norme de Koning et al (1998) selon eux le RVC doit ateindre 4 au sahel pour limiter le risque financier d'application de l'engrais. Plus la dose d'urine augmente plus la rentabilité est importante. Il ressort de cette analyse que le traitement le plus productif n'est pas le plus rentable ce résultat corrobore avec celui de Coulibaly (2016) avec l'utilisation du la fumure organique (tourteau de pourghère) sur le maïs au Mali.

V. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les urines humaines sont très riches en nutriments et permettent d'obtenir des rendements compétitifs à ceux obtenus avec la fumure minérale en culture céréalière. L'analyse de rentabilité économique montre que la fertilisation avec l'urine est rentable plus que la fumure minérale ;

En perspective, les nouvelles recherches à entreprendre pourraient s'orienter vers :

- L'exploration d'autres manières d'apport de l'urine enfin de minimiser les pertes d'azote de l'urine et réduire le contact direct de l'utilisateur avec le produit lors de la manipulation.
- L'évaluation des qualités organoleptiques des produits issus de la fertilisation avec les urines

REFERENCES

[1] Agrimonde. (2009). Agricultures et alimentation du monde en 2050: scenarios et défis pour un développement durable. Note de synthèse, 2eme Ed. INRA/CIRAD. Montpellier: Cirad. www.cirad.fr/ publications-ressources/édition/études-et -documents/ agrimonde ;

[2] B. traore, K. Traoré, A. B. Jens, A. Coulibaly et M. Famanta (2018) : Réponse du sorgho au placements profonds de différentes dose d'urée dans le système de culture de décrue à Yélimani, Mali. TROPICULTURA 3-4, pages 741-747

[3] Brassard M. (2007). Développement d'outils diagnostiques de la nutrition azotée du maïs -grain pour une gestion optimale de l'engrais azoté. Mémoire de maitrise. Université de Laval 105 p

[4] Coulibaly. A, Dembele S.G.1, TOURE. B.A, Coulibaly. O (2016) : Contribution du fumier bovin et du phosphate naturel de Tilemsi à la gestion rationnelle de l'azote de l'urine humaine hygiénisée en cotonculture dans les conditions écologiques de l'IPR/IFRA de Katibougo. Annales de l'Université Abdou Moumouni, Tome XX-A, pp. 34-41,

[5] Comoé B. K ; Gnagne T., Koné D., Aké S., Dembélé S.G., Kluste A. (2009). Amélioration de la productivité de l'igname par l'utilisation d'urine humaine comme fertilisant : Sud Science et technologie, Semestriel N°17 / 28- 36 P.

[6] CREPA-Mali : (2005). Programme régional d'Assainissement Ecologique, projets pilotes de Koutiala et Cinsina. Rapport de recherche 42 p.

[7] Denon, I. (2010). Eficacité agronomique et économique de l'utilisation de l'urine humaine comme fertilisant dans la riziculture pluviale. Mémoire d'ingénieur 75 P

[8] Dicko, M. (2005). Analyse du fonctionnement d'une parcelle de riz irriguee sur sol alcalin. Application à la gestion intégrée de la fertilisation azotée et du calendrier cultural dans le delta intérieur du fleuve Niger (Mali). Thèse de doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier. 174 pages. Consultable sur www.theses.fr

[9] Folefack.A.J, Jaza (2008). The influence of compost use on the production of Lettuce (Lactuca Sativa) in in the urban and periurban areas of Yaoundé (cameroon). Tropicultura, 26,4, 2446-253.

[10] Germer J, Sauerborn J. (2006). Exploring the Potential for Recycling Nutrients from Waste Water to Enhance Agricultural

[11] Gouvernement du Mali (2013). Politique de Développement Agricole du Mali, 41 pages

[12] Johansson M, Jönsson H, Richert A, Rhode I. (2001). Urine separation, closing the nutrient cycle. Stockhlom Water Compagny, Sweden: http: //www.swedenviro.se/gemenammase/documents/urinsep-eng.pdf

[13] Kinanpara. K, (2020). Hygiénisation par stockage et valorisation agronomique des urines comme fertilisant en riziculture irriguée à Katiola publié dans le journal http://www.ijias.issr-journals.org. Consulté le 21/02/2021

[14] Kirchman. H & Pettersson. S, (1995). Human urine chemical composition and fertilizer use efficiency. Publication Swedish Universyty of Agricutural Sciences, page 149-154

[15] Kpéra. A, Gandonou. C, Aboh. A, Gandaho. S, Gnancadja. L, (2017) : Effet de différentes doses de bouse de vache, d'urine humaine et de leur combinaison sur la croissance végétative et le poids des fruits de l'ananas (*Ananas comosus (L.)* Merr.) au Sud Bénin. Journal of applied Biosciences, Volume 110

[16] Koning,N., Heerink,N. and Kaufmann,S. (1998). Integrated soil improvement and agricultural developpement in west Africa. Why current policy approaches fail. Wageningen Economic Paper.

[17] Kvarmo, P. (1998). Humanurin som kvävegödselmedel till stråsäd (Human urine as nitrogen fertilizer to cereals) (In Swedish). MSc thesis 1998, no 107, Department of Soil Science, Swedish University of Agricultural Sciences. Sweden.

[18] Martin T. (2020). L'urine humaine en agriculture : des filières variées pour contribuer à une fertilisation azotée durable. Thèse de doctorat de l'université Paris-Saclay, 252 P

[19] Mkeni P, Jimenez Cisneros B, Pacha M, Autin L, (2006). Use of Human Excreta from Urine Diversion Toilet in food Gardens. Agronomical and Health Aspects.Volume 3, Report to the crops water Research Commision. WRC Report N0 1439/3/06.

[20] PNUD, (2011). Rapport sur le développement humain durable

[21] Programme de Développement Economique Social et Culturel de la commune de Guegneka (2015-2020), 50 p

[22] Richert Stintzing, A., Rodhe, L. & Åkerhielm, H. (2001). Human urine as fertilizer – plant nutrients, application technique and environmental effects (In Swedish, English summary). JTI-Rapport Lantbruk & Industri 278, Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering. Sweden.

[23] Sokei. Y. (2011) : Guide pour la culture du riz NERICA, 44 P

[24] Useni. S.Y, Baboy.L.L, Nyembo.K.L et Mpuudu.M.M, (2012) : Effet des apports combinés de bio déchets et de fertilisants inorganiques sur le rendement de trois variétés de Zea mays cultivé dans la région de Lubumbashi. Journal of appl Biosc 54 : 3935-3934

[25] Ziadi, N., Gagnon, B., Cambouris, A . N., Tremblay, N., Nolin, M. C and Cleassens, A. (2007). Relations hip between P and N concentration in cron. Agron. J. 99.833-841